

1, 2, 6-10

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten mark]*



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑩ DE 43 44 711 A 1

⑤1 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**F 41 H 5/04**  
F 16 S 1/00  
B 23 K 11/10  
B 32 B 7/04  
B 32 B 15/00  
// B23K 101:16

⑳ Aktenzeichen: P 43 44 711.2  
㉑ Anmeldetag: 27. 12. 93  
㉒ Offenlegungstag: 20. 7. 95

*D 1*

DE 4344711 A 1

㉑1 Anmelder:  
Daimler-Benz Aktiengesellschaft, 70567 Stuttgart,  
DE

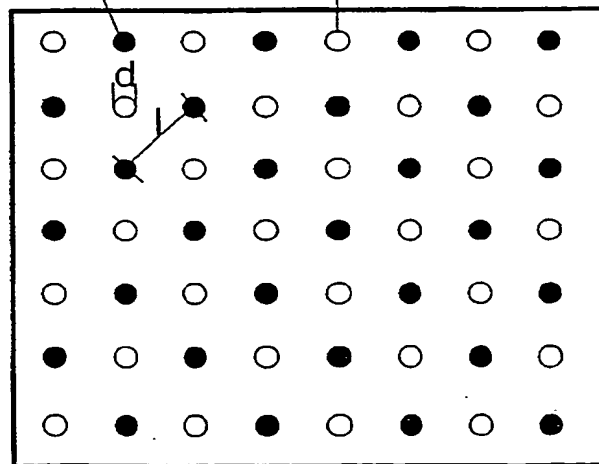
㉑2 Erfinder:  
Becker, Klaus, Dr.-Ing., 64521 Groß Gerau, DE;  
Rukwied, Armin, Dr.rer.nat., 63128 Dietzenbach, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

㉑4 Schutzplatte

㉑7 Gegenstand der Erfindung ist eine Schutzplatte, welche aus mehreren Einzelblechen besteht, welche miteinander verbunden sind.  
Sie besteht darin, daß jedes einzelne Blech durch Schweißpunkte mit einem anderen verbunden ist und daß die Schweißpunkte zweier aufeinanderfolgender Bleche gegeneinander versetzt angeordnet sind.

1. Lage      2. Lage



DE 4344711 A 1

Die Erfindung betrifft eine Schutzplatte nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Zur Optimierung mechanischer Eigenschaften wurden Konstruktionswerkstoffe entwickelt, die aber in besonderem Maße zum Sprödbbruch neigen. Nachteilig ist, daß dieser ohne größere vorangehende plastische Verformung bei Nennspannungen auftritt, die noch weit unterhalb der Streckgrenze des Werkstoffs liegen.

Es sind daher Werkstoffe entwickelt worden, welche in bezug auf spezielle Bauteile und ihre Beanspruchung zugeschnitten sind. Ein optimales Verhalten von Bauteilen kann man oft dadurch erreichen, daß man das Bauteil nicht in massiver Form herstellt, sondern als Verbund dünner Bleche. In diesem Fall wird bei gleichen konventionellen Festigkeitseigenschaften die Bruchzähigkeit erheblich gesteigert.

Wie aus J.I. Bluhm, "A model for the effect of thickness on fracture toughness", Watertown Arsenal Laboratories Techn. Rep., No. WAL TR 834.2/4, (1961), pp. 1324—1335 bekannt, steigt die Bruchzähigkeit mit abnehmender Blechdicke an. Dies ist auf den Übergang vom ebenen Dehnungszustand in den ebenen Spannungszustand zurückzuführen, da dort die plastische Zone aufgrund der fehlenden Querdehnungsbehinderung um ein Vielfaches größer ist.

Die erhöhte Energiezufuhr in den Bereich der plastischen Zone an der Rißspitze bedingt den Anstieg der Bruchzähigkeit. Für hochfeste Werkstoffe existiert eine Blechdicke, die eine maximale Bruchzähigkeit erwarten läßt. Der Zusammenhang zwischen Blechdicke und Bruchzähigkeit ist für zahlreiche Werkstoffe bekannt, beispielsweise durch D. Broek, "The effect of sheet thickness on the fracture toughness of cracked sheet", NLR TR M 2160, (1960) bekannt.

Die Ermittlung von bruchmechanischen Kennwerten an dünnen Blechen ist jedoch sehr schwierig, da diese in der Regel bei einer Belastung zum Ausbeulen neigen. Aus diesem Grund wurde bei einigen Untersuchungen das Einzelblech durch einen Verbund von Blechen ersetzt. Die Verbindung der Einzelbleche muß dabei gewährleisten, daß jedes Blech vor dem Ausbeulen geschützt wird. Der lamellare Charakter des Verbundes, d. h. der Erhalt des ebenen Spannungszustandes in jedem Blech darf dabei allerdings nicht verlorengehen. Diese Untersuchungen wurden in der Vergangenheit an hochfesten Werkstoffen, beispielsweise in J.A. Alic, A. Danesh, "Fracture of laminates combining 2024-T3 and 7075-T6 aluminium alloys", Eng. Fract. Mech. 10, (1978), pp. 177—186 oder N.G. Ohlson "Fracture toughness of laminated steels", Eng. Fract. Mech. 6, (1974), pp. 459—472, durchgeführt.

Dabei wurden die Bleche in der Regel verklebt. Aus K. Becker: "Bruchzähigkeitsuntersuchungen an Verbundkörpern aus geschichteten Blechen der Werkstoffe X2 NiCoMo 1895 und AlZnMgCu 1.5", VDI-Fortschrittsberichte, Reihe 18, Nr. 64 (1989), ist bekannt, daß die Bruchzähigkeit des Verbundes nicht von der Gesamtprobendicke, d. h. der Blechzahl, abhängig ist. Sie ist vielmehr repräsentativ für die jeweilige Einzelblechdicke. Durch den Einsatz eines Verbundkörpers konnte auf diese Art die Bruchzähigkeit bei einer hochfesten Aluminiumlegierung um das 1,5fache und die eines höchstfesten martensitaushärtenden Nickelstahls um den Faktor 2,5 gesteigert werden.

Durch Abstumpfung der Rißspitze wird die hohe Kerbwirkung des Risses vermindert. Diese Tatsache ist

grundsätzlich schon seit langem bekannt und wird in der Praxis durch das Abbohren der Rißspitze praktiziert. Systematische Untersuchungen zum Einfluß des Krümmungsradius auf die Bruchzähigkeit sind in der vorgenannten Literaturstelle zu finden.

Wie dort gezeigt, steigt die Bruchzähigkeit mit zunehmendem Radius an. Da es bei einer vom scharfen Riß (Krümmungsradius = 0) abweichenden Rißgeometrie grundsätzlich nicht zulässig ist, von Bruchzähigkeit zu reden, müßte man eigentlich von der "scheinbaren Bruchzähigkeit" sprechen.

Die Blechdicke übt bei abgestumpfter Rißspitze ebenfalls einen Einfluß auf das Bruchverhalten aus. Dieser Einfluß äußert sich allerdings nicht in einem Durchlaufen eines Maximums der scheinbaren Bruchzähigkeit, wie dies bei einem scharfen Riß der Fall ist.

Es stellt sich vielmehr je nach Einzelblechdicke oberhalb eines gewissen Krümmungsradius ein Plateauwert ein (siehe die vorgenannte Literaturstelle, Abb. 3). Die Verschiebung der Mindestblechdicke ist bedingt durch die größere plastische Zone bei einem stumpfen Riß. Durch die Abstumpfung der Rißspitze wurde beispielsweise bei dem obengenannten martensitaushärtenden Nickelstahl eine scheinbare Bruchzähigkeit erzielt, die um das 6fache über der entsprechenden Bruchzähigkeit des Werkstoffes liegt.

Beim Ausnutzen der Erhöhung der Bruchzähigkeit durch die Abstumpfung der Rißspitze muß allerdings gewährleistet sein, daß der Riß in jedem Fall in eine entsprechende Bohrung hineinläuft. Daher wurde der Fall des vor der mechanischen Verformung gelochten Bleches untersucht. Wie in Abb. 4 der vorgenannten Literaturstelle dargestellt, ist die scheinbare Bruchzähigkeit oberhalb eines Mindestlochabstands vom Lochabstand unabhängig. Die Parameter Lochanordnung, Lochdurchmesser, Lochabstand und Blechdicke müssen dabei allerdings optimal aufeinander abgestimmt werden. Bei gleich guten Zähigkeitseigenschaften kommt es zusätzlich noch zu einer Gewichtsersparnis durch das Einbringen des Lochfeldes.

Eine erhöhte Kerbwirkung durch das Lochfeld muß nicht unbedingt gegeben sein, da es je nach Lochanordnung sogar zu einer Verminderung des Kerbfaktors durch das Lochfeld kommt. Bei einer optimalen Lochfeldgeometrie wirken dann die zusätzlichen Bohrungen als Entlastungskerbene. E. Siebel, E. Kopf, "Beanspruchung in gelochten Platten", VDI-Forschungsheft 369, Berlin (1934).

Es ist dazu erforderlich, die einzelnen Parameter, wie Blechstärke, Lochabstand und -durchmesser auf das verwendete hochfeste Material abzustimmen.

Die Erfindung eignet sich für die Ausrüstung von Fahrzeugen, beispielsweise Geldtransporter. Es kann aber auch an den Einsatz solcher Platten für Fahrzeuge prominenter Personen gedacht werden. Die Hauptvorteile liegen in der Gewichtsersparnis gegenüber herkömmlichen Schutzplatten mit gleicher Wirkung. Die guten Eigenschaften solcher Platten gehen zu einem nicht unerheblichen Teil darauf zurück, daß es sich beim eingesetzten Werkstoff um einen stickstofflegierten CrMn-Austeniten handelt. Der Stickstoff ist im kubisch-flächenzentrierten Gittern gelöst, in dem sich besonders starke Festigkeitssteigerungen erreichen lassen.

Das Wesen der Erfindung besteht darin, daß gelochte Bleche zu einer Panzerplatte verbunden werden, welche im Hinblick auf das verwendete hochfeste und zähe Material für die wesentlichen Parameter, hauptsächlich Lochdurchmesser und -abstand, Werte angegeben wer-

den können, welche ein verbessertes Verhalten der Panzerplatten bei Beschuß gewährleisten. Gegenüber herkömmlichen Konstruktionen kann damit 25% an Gewicht eingespart werden.

Die Erfindung wird nachstehend anhand der Zeichnung näher erläutert.

Dabei zeigt:

Fig. 1 ein durch Klebung verbundenes Laminat aus mehreren Blechen;

Fig. 2 ein Laminat mit gelochten Blechen bzw. eine durch Verschweißen hergestellte Schutzplatte.

Die Fig. 1 zeigt zunächst einmal den Zustand ohne Löcher in den Blechen. Bei dieser Lochanordnung ist natürlich die Anordnung der Schweißpunkte derart, daß sie in einem Kreis um den Mittelpunkt des Loches herum angeordnet sind.

Eine solche Anordnung zeigt Fig. 2 anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels.

Die Stärke der Bleche beträgt 1 mm, der verwendete Stahl mit 18 Gew.-% Mangan, 18 Gew.-% Chrom, 2 Gew.-% Molybdän und 1 Gew.-% Stickstoff wird im letzten Walzgang kalt gewalzt und dabei 10% verformt. Die Löcher werden vor diesem letzten Walzgang eingebracht, bevor die Steigerung der Festigkeit das Einbringen der Löcher erschwert. Beim Walzen muß darauf geachtet werden, daß man in mindestens zwei senkrecht zueinander stehenden Richtungen walzt, und dafür sorgt, daß die Löcher etwa kreisrund sind.

Die Löcher haben z. B. für die vorliegende Geometrie (Blech, Lamellendicke, Lamellenzahl) vorzugsweise einen Durchmesser von 5 mm und einen Abstand von 35 mm. Die Bleche werden miteinander verklebt, wobei die Löcher von Lage zu Lage gegeneinander versetzt liegen. Alternativ dazu können die gelochten Bleche an den Lochrändern verschweißt werden.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind die Bleche durch Punktschweißung miteinander verbunden. Die Lagen sind 50 übereinander gelegt, daß die Schweißpunkte von jeder geschweißten Lage gegeneinander versetzt sind. Die Schweißpunkte mit dem Abstand  $l$  haben einen Durchmesser  $d$ , welcher kleiner ist als  $l/10$  (s. Fig. 2).

Die Stärke der Bleche hängt ab von der Bruchzähigkeit des Materials und liegt üblicherweise im Bereich von 0,2 bis 5 mm. Für einen austenitischen, stickstofflegierten Stahl (CrMn-Austenit mit mindestens 0,2% Stickstoff) beträgt die Blechdicke 0,5 bis 1 mm. Vorzugsweise beträgt der Abstand der Schweißpunkte etwa 10–20 mm. Bei größeren Blechstärken kann der Abstand der Schweißpunkte bis zu 100 mm betragen, bei dünnen Blechen sind Abstände bis hinunter zu 5 mm denkbar. Der Durchmesser der Schweißpunkte hängt ebenfalls von der Blechstärke ab und beträgt vorzugsweise 3 mm. Die Schweißpunkte, welche jede Platte mit der darunterliegenden verbinden, sind regelmäßig angeordnet und bilden ein quadratisches Gitter.

Die einzelnen Bleche können auch durch Sprengplattieren miteinander verbunden werden. Als Werkstoffe kommen alle hochfesten Legierungen in Frage. In Fahrzeugen bieten Leichtmetalllegierungen gewisse Vorzüge, jedoch sind die Festigkeitseigenschaften von Werkstoffen wie aufgestickten CrMn-Austenitenlegierungen wie beispielsweise einer AlZnMgCu-Legierung 1,5 überlegen.

besteht, welche miteinander verbunden sind, dadurch gekennzeichnet, daß jedes einzelne Blech durch Schweißpunkte mit einem anderen verbunden ist und daß die Schweißpunkte zweier aufeinanderfolgender Bleche gegeneinander versetzt angeordnet sind.

2. Schutzplatte nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß 3 bis 10 Bleche der Stärke 0,2 bis 5 mm vorgesehen sind.

3. Schutzplatte nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Stärke der Bleche 0,5 bis 2 mm beträgt.

4. Schutzplatte nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Bleche aus einem Werkstoff bestehen, bei welchem das Produkt aus Festigkeit und Zähigkeit möglichst groß ist.

5. Schutzplatte nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Bleche aus einem austenitischen, stickstofflegierten Stahl bestehen.

6. Schutzplatte nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand der Schweißpunkte 5 bis 100 mm beträgt.

7. Schutzplatte nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Durchmesser der Schweißpunkte 1 bis 5 mm beträgt.

8. Schutzplatte, dadurch gekennzeichnet, daß die einzelnen Bleche durch Punktschweißen miteinander verbunden sind.

9. Schutzplatte nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die einzelnen Bleche durch Sprengplattieren miteinander verbunden sind.

10. Schutzplatte nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die einzelnen Bleche zusätzlich durch Kleben miteinander verbunden sind.

11. Schutzplatte nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Schweißpunkte, welche jede Platte mit der darunterliegenden verbinden, regelmäßig angeordnet sind.

12. Schutzplatte nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Schweißpunkte ein quadratisches Gitter bilden.

13. Schutzplatte nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß Löcher mit einem Durchmesser von 2–8 mm in regelmäßiger Anordnung vorgesehen sind, welche an ihrem Rand mit dem benachbarten Blech verschweißt sind.

14. Schutzplatte nach einem der Ansprüche 1 bis 10 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Löcher einen Abstand von 10–100 mm aufweisen und bei aufeinanderfolgenden Blechen versetzt angeordnet sind.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

#### Patentansprüche

1. Schutzplatte, welche aus mehreren Einzelblechen



Nummer:  
Int. Cl.<sup>6</sup>:  
Offenlegungstag:

DE 43 44 711 A1  
F 41 H 5/04  
20. Juli 1995

Fig. 2 \*

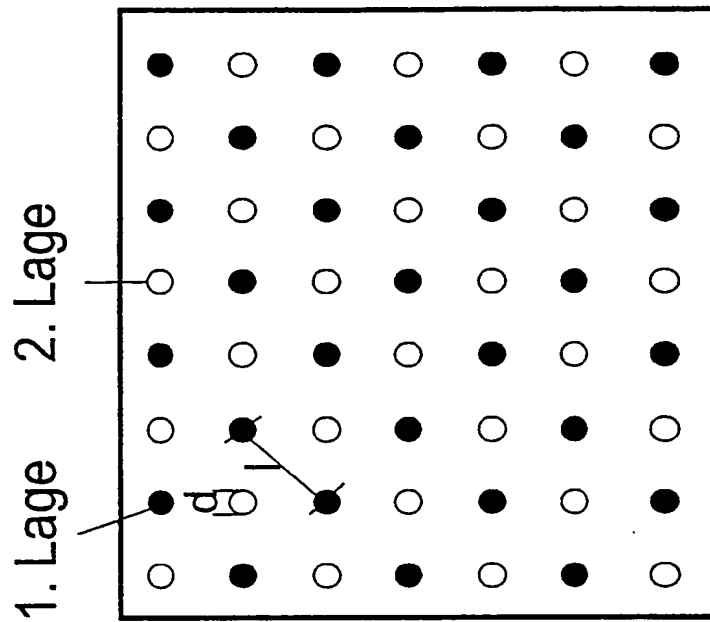


Fig. 1

